

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01N 22/00	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/52453 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. September 2000 (08.09.00)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/01659</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 28. Februar 2000 (28.02.00)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 199 08 716.4 28. Februar 1999 (28.02.99) DE 100 09 402.3 28. Februar 2000 (28.02.00) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): STEAG MICROTECH GMBH [DE/DE]; Carl-Benz-Str. 10, D-72121 Pliezhausen (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHADE, Heinz [DE/DE]; Silvanerstr. 8, D-72766 Reutlingen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: GEYER, Ulrich, F.; Wagner & Geyer, Gewürzmühlstr. 5, D-80538 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>
<p>(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE CHARACTERISTICS OF A MEDIUM</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESTIMMEN VON EIGENSCHAFTEN EINES MEDIUMS</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The aim of the invention is to provide a method for precisely determining the characteristics of a medium, e.g. a medium for treating semiconductor substrates, in a simple and cost-effective manner. To this end, a high-frequency alternating field is produced in the medium. The medium causes an energy loss in the alternating field. The energy loss is measured and the characteristics of the medium are determined according to said energy loss. Characteristics of the medium such as the composition, the concentration of certain ingredients, the degree of purity and similar characteristics can be precisely determined in a simple and cost-effective manner by producing a high-frequency alternating field and by measuring the energy loss. Special, frequency-dependent characteristics of the medium can be determined in the high-frequency alternating field because different components of the medium influence the alternating field at different frequencies and in a different manner.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Um ein Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums, z.B. eines Mediums zum Behandeln von Halbleitersubstraten, zu schaffen, das auf einfache und kostengünstige Art und Weise eine Bestimmung von Eigenschaften eines Mediums mit hoher Genauigkeit ermöglicht, sieht die vorliegende Erfindung das Erzeugen eines Hochfrequenz-Wechselfeldes in dem Medium, das Messen eines durch das Medium bewirkten Energieverlustes im Wechselfeld und das Bestimmen der Eigenschaften des Mediums in Abhängigkeit vom Energieverlust vor. Durch das Erzeugen eines Hochfrequenz-Wechselfeldes und Messen des Energieverlustes lassen sich auf einfache und kostengünstige Weise und mit hoher Genauigkeit Eigenschaften des Mediums bestimmen, wie beispielsweise die Zusammensetzung, die Konzentration bestimmter Inhaltsstoffe, der Reinheitsgrad und ähnliche Eigenschaften. In dem Hochfrequenz-Wechselfeld können spezielle, frequenzabhängige Eigenschaften des Mediums bestimmt werden, da unterschiedliche Komponenten des Mediums das Wechselfeld bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich beeinflussen.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums

- 5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums, z. B. Flüssigkeiten, Gasen und Feststoffen, insbesondere eines Mediums zum Behandeln von Halbleitersubstraten.
- 10 Bei der Behandlung von Halbleitersubstraten, wie beispielsweise einer chemischen Beschichtung, einer Ätzbehandlung oder einer Reinigung, werden Medien verwendet, deren Eigenschaften, wie beispielsweise die Konzentration oder der Reinheitsgrad, sich über die Zeit hinweg verändern. Für eine optimale Prozeßsteuerung und gleichbleibende Behandlungserfolge ist es notwendig, die Eigenschaften innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen zu halten. Hierzu wurden in der Vergangenheit unterschiedliche Analyseverfahren eingesetzt, die jedoch zum Teil sehr zeitaufwendig und mit einem hohen Kosten und Zeitaufwand verbunden waren.
- 15 20 Bei einem aus dem US-Patent Nr. 5,370,743 bekannten Verfahren wird die Konzentration eines Reinigers in einer Reinigungslösung in Abhängigkeit von der elektrischen Leitfähigkeit der Reinigungslösung bestimmt. Dieses Verfahren ist auf die Messung der Konzentration von Reinigungslösungen beschränkt. Ferner hängt die elektrische Leitfähigkeit neben der Konzentration des Reinigers noch von anderen Parametern, wie beispielsweise der Temperatur oder Verunreinigungen in der Reinigungslösung ab. Insbesondere Verunreinigungen können die Leitfähigkeitsmessung beeinflussen und verfälschen, so daß eine genaue Bestimmung der Konzentration nicht gewährleistet ist.
- 25 30 Ausgehend von dem bekannten Verfahren liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums, insbesondere eines Mediums zum Behandeln von Halbleitersub-

straten, zu schaffen, das auf einfache und kostengünstige Art und Weise eine Bestimmung von Eigenschaften eines Mediums mit hoher Genauigkeit ermöglicht.

- 5 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch Erzeugen eines elektromagnetischen Hochfrequenz-Wechselfeldes in dem Medium, Messen eines durch das Medium bewirkten Energieverlustes im Wechselfeld und Bestimmen der Eigenschaften des Mediums in Abhängigkeit vom Energieverlust gelöst. Durch die Verwendung eines Hochfrequenz-Wechselfeldes und Messen des Energieverlustes lassen
10 sich auf einfache und kostengünstige Weise und mit hoher Genauigkeit Eigenschaften des Mediums, wie beispielsweise die Zusammensetzung, die Konzentration bestimmter Inhaltsstoffe, der Reinheitsgrad und ähnliche Eigenschaften, bestimmen. In dem Hochfrequenz-Wechselfeld können spezielle, frequenzabhängige Eigenschaften des Mediums bestimmt werden, da z.B.
15 unterschiedliche Komponenten des Mediums das Wechselfeld bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich beeinflussen. Dies läßt eine genauere Aussage über die Eigenschaften des Mediums zu. Bestimmte Parameter, wie beispielsweise der Verunreinigungsgrad können bei der Bestimmung ausgeblendet oder speziell untersucht werden.
20

- Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das elektromagnetische Feld mit einer Spule erzeugt. Das elektromagnetische Wechselfeld wird durch die spezifischen elektrischen und magnetischen Eigenschaften des untersuchten Mediums verändert, wodurch Rückschlüsse auf
25 dessen Eigenschaften möglich werden. Beispielsweise wird mit einer Spule die Energieaufnahme durch das untersuchte Medium gemessen und dadurch auf die Eigenschaften des Mediums geschlossen. Bei einer alternativen Ausführungsform wird die in einer weiteren Spule induzierte Spannung gemessen,
30 die sich in Abhängigkeit von den Mediumseigenschaften verändert.

Vorzugsweise umgibt wenigstens eine Spule das Medium, so daß das Medium als Spulenkern wirkt. Bei einer weiteren Ausführungsform ist das Medium zwischen den Spulen angeordnet.

- 5 Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung befindet sich das zu untersuchende Medium zwischen den Leiterplatten eines Kondensators. Bei der Messung wird vorzugsweise der Energieverlust des an den Kondensator angelegten elektrischen Wechselfeldes bestimmt.
- 10 Für eine gute und gleichmäßige Bestimmung der Eigenschaften des Mediums wird die Meßeinrichtung vorzugsweise mit einer Referenzprobe kalibriert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Bestimmung der Eigenschaften des Mediums durch einen Vergleich der Energieverluste
15 mit Meßergebnissen eines parallel durchgeführten Verfahrens an einer Referenzprobe.

- Für die Bestimmung spezieller Eigenschaften, wie z. B. der Konzentration einer Mediumkomponente, wird die angelegte Frequenz auf einem festgelegten
20 konstanten Wert gehalten. Dabei ist die Frequenz so gewählt, daß die Wechselwirkungen des Mediums mit dem Hochfrequenz-Wechselfeld bei der ausgewählten Frequenz primär durch die eine Mediumkomponente beeinflusst werden. Für die Bestimmung mehrerer spezieller Eigenschaften, wie z.B. die Konzentration mehrerer Mediumkomponenten oder des Verunreinigungsgra-
25 des wird die Frequenz zwischen wenigstens zwei bestimmten Frequenzen umgeschaltet. Vorzugsweise wird die Frequenz jedoch im wesentlichen kontinuierlich zwischen zwei Frequenzen verändert, um eine frequenzabhängige Aussage über unterschiedliche Eigenschaften, wie beispielsweise die Konzentration unterschiedlicher Mediumkomponenten, die die Wechselwirkungen
30 des Mediums mit dem Hochfrequenz-Wechselfeld bei unterschiedlichen Frequenzen beeinflussen, zu treffen.

Vorzugsweise wird die Frequenz, eine angelegte Spannung und/oder die Geometrie der Meßeinrichtung in Abhängigkeit von den zu bestimmenden Eigenschaften des Mediums gewählt.

- 5 Um temperaturabhängige Änderungen der Meßergebnisse zu kompensieren, wird vorzugsweise die Temperatur des Mediums bestimmt. Um gleichmäßige Meßergebnisse zu gewährleisten, wird bei einer Ausführungsform der Erfindung die Temperatur des Mediums auf eine vorgegebene Temperatur gebracht.

10

Die vorliegende Erfindung ist insbesondere für die Bestimmung der Eigenschaften von Medien für die Behandlung von Halbleiterwafern, die eine hohe Meßgenauigkeit erforderlich ist, geeignet. Das Verfahren ist allgemein auf alle in der chemischen Industrie verwendete Medien, wie z. B. Flüssigkeiten, Gase und Feststoffe, anwendbar. Beispielsweise ist das Verfahren auch für die Bestimmung der Eigenschaften von Hydraulikflüssigkeiten in Bremsanlagen oder dergleichen geeignet.

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren bestimmten Eigenschaften können beispielsweise angezeigt oder als Regelparameter innerhalb eines Regelkreises verwendet werden. Beispielsweise kann das Einleiten bestimmter Komponenten in das Medium geregelt werden, um eine vorgegebene Konzentration des Mediums zu erreichen. Ferner könnte die Betriebstemperatur, der Reinheitsgrad oder sonstige Parameter geregelt werden. Insbesondere bei gasförmigen Gemischen ist auch eine Regelung des Drucks möglich.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren; in den Figuren zeigt:

30

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums gemäß der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Vorrichtung zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung unterschiedlicher Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums.

Für die folgende Beschreibung wird darauf hingewiesen, daß die in den Figuren einzeln dargestellten Blöcke lediglich zum besseren Verständnis der Erfindung dargestellt sind. Üblicherweise sind einzelne oder mehrere dieser Blöcke zu Einheiten zusammengefaßt. Diese können in integrierter oder Hybridtechnik oder als programmgesteuerter Mikrorechner bzw. als Teil eines zu seiner Steuerung geeigneten Programms realisiert sein.

In den Figuren werden für gleiche oder ähnliche Elemente die selben Bezugszeichen verwendet. Wenn die Elemente einmal beschrieben wurden, wird auf sie in der weiteren Beschreibung nur insoweit eingegangen, wie es für das Verständnis der vorliegenden Erfindung notwendig ist.

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zum Bestimmen von Eigenschaften einer Behandlungsflüssigkeit 2, die in einem Behandlungsbehälter 3 enthalten ist. Der Behandlungsbehälter 3 weist an einem unteren Bereich eine Einlaßöffnung 6 auf, über die Behandlungsflüssigkeit 2 eingeleitet wird. Die Öffnung 6 steht über einer Leitung 8 mit einer schematischen dargestellten Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 in Verbindung. Die Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 weist geeignete Mittel, wie beispielsweise eine nicht dargestellte Pumpe, auf, um die Flüssigkeit 2 in den Behandlungsbehälter 3 zu fördern. Die Flüssigkeit 2 ist beispielsweise eine Poliersäure die unterschiedliche Komponenten, wie beispielsweise Schwefelsäure, Phosphorsäure und Wasser, enthält. Halbleiterwafer werden zur Behandlung in die Flüssigkeit eingetaucht. In der Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 sind die unterschiedlichen Komponenten in einer vorgegebenen Mischung vorhanden und können in den Behälter 3 eingeleitet werden. Alternativ können die unterschiedlichen Komponenten separat vor-

handen sein und in der Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 gemischt oder einzeln in den Behälter 3 eingeleitet und dort gemischt werden.

- Der Behandlungsbehälter 3 weist zwei Öffnungen 12, 13 auf, die über ein Verbindungsrohr, das nachfolgend als Probenrohr 15 bezeichnet wird, miteinander verbunden sind. Eine Pumpe 16 in dem Probenrohr 15 zirkuliert die Behandlungsflüssigkeit 2 durch das Probenrohr 15, um sicherzustellen, daß das Behandlungsmedium 2 in dem Behälter und in dem Probenrohr gleich sind.
- Um das Probenrohr 15 herum ist eine erste Spule 18 vorgesehen, die nachfolgend als Primärspule bezeichnet wird. In definiertem Abstand zur Primärspule 18 ist eine zweite Spule 19 vorgesehen, die nachfolgend als Sekundärspule bezeichnet wird. Das Probenrohr 15 mit der darin enthaltenen Flüssigkeit 2 bilden den Kern der beiden Spulen 18, 19. Die Primärspule 18 ist mit einem Hochfrequenz-Oszillator 21 verbunden, der eine Hochfrequenz-Wechselspannung an die Spule 18 anlegt. Hierdurch wird ein Hochfrequenz-Wechselmagnetfeld im Bereich der Primärspule 18 und insbesondere in der Flüssigkeit 2 erzeugt.
- Die Sekundärspule 19 ist mit einer Auswerteschaltung 23 verbunden, die eine durch das Hochfrequenz-Wechselmagnetfeld induzierte Spannung in der Sekundärspule misst und auswertet. Die Auswerteschaltung 23 kennt die an die Primärspule 18 angelegte Frequenz und Spannung. Anhand der in der Sekundärspule 19 induzierten Spannung lassen sich Wechselwirkungen zwischen der Flüssigkeit 2 und dem Hochfrequenz-Wechselmagnetfelds, insbesondere die Energieverluste, ermitteln. In Abhängigkeit von diesen Energieverlusten bestimmt die Auswerteschaltung 23 die Eigenschaften des Mediums, wie beispielsweise die Konzentration einer Mediumkomponente.
- Der Oszillator 21 und die Auswerteschaltung 23 sind Teil einer Steuereinheit 25. Die Steuereinheit 25 sendet beispielsweise in Abhängigkeit von den bestimmten Eigenschaften ein Anzeigesignal an eine Anzeigevorrichtung 27. Die Anzeigevorrichtung 27 ist eine Warnanzeige sein, die einem Bediener der

Vorrichtung anzeigt, daß die Behandlungsflüssigkeit 2 verunreinigt ist, oder nicht mehr die erforderliche Konzentration bestimmter Flüssigkeitskomponenten aufweist.

- 5 Die Steuereinrichtung 25 kann ferner ein Steuersignal an die Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 senden, um frische Behandlungsflüssigkeit 2, durch die die alte Behandlungsflüssigkeit 2 aus dem Behandlungsbecken 3 verdrängt wird, einzuleiten. Um ein Abfließen der alten Behandlungsflüssigkeit 2 zu ermöglichen, weist der Behandlungsbehälter 3 eine Überlaufleitung 30 auf, die
10 mit einem geeigneten Überlaufbehälter 32 in Verbindung steht. Hierdurch kann die Behandlungsflüssigkeit 2 vollständig ausgetauscht werden. Alternativ ist es auch möglich, daß das Steuersignal von der Steuereinrichtung 25 an die Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 das Einleiten einer bestimmten Menge einer einzelnen der Flüssigkeitskomponenten bewirkt, um eine vorgegebene Kon-
15 zentration der Behandlungsflüssigkeit 2 in dem Becken 3 zu erhalten. Die Steuervorrichtung 25 steuert ferner einer in dem Becken 3 befindlichen Heizvorrichtung 34 sowie die Pumpe 16 an. Die Pumpe regelt die Strömung des Behandlungsmediums 2 innerhalb des Probenrohrs 15. Beispielsweise kann es nach dem Einleiten einer frischen Behandlungsflüssigkeit bzw. nach dem
20 Einleiten einer einzelnen Flüssigkeitskomponente notwendig sein, die Flüssigkeit 2 in dem Becken 3 umzuwälzen, um eine gleichmäßige Mischung innerhalb des Beckens zu erreichen. Ferner wird die Pumpe dazu eingesetzt, die Flüssigkeit 2 innerhalb des Probenrohrs 15 ständig zu erneuern, so daß sichergestellt wird, daß die in dem Probenrohr befindliche Flüssigkeit der in
25 dem Becken 3 befindlichen Flüssigkeit entspricht.

Statt die Meßeinheit bestehend aus Primär- und Sekundärspule an einem Probenrohr vorzusehen, ist es auch möglich, sie an einem Steigrohr an der Außenseite des Beckens 3 oder direkt innerhalb des Beckens 3 anzuordnen.

- 30 Dabei ist je nach Behandlungsflüssigkeit 2 zu beachten, daß die Spulen gegenüber der Flüssigkeit isoliert sind, und zwar insbesondere bei stark korrodierenden Flüssigkeiten.

Im Nachfolgenden wird anhand der Figur 1 kurz ein Meßverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Das Behandlungsbecken 3 ist mit Behandlungsflüssigkeit 2 gefüllt. Die Pumpe
5 16 lässt die Behandlungsflüssigkeit 2 in dem Probenrohr 15 zirkulieren. Der Oszillator 21 legt eine Hochfrequenz-Wechselspannung an die Spule 18 an, sodaß die Spule 18 ein magnetisches Hochfrequenz-Wechselfeld in der Behandlungsflüssigkeit 2 erzeugt. Dabei wird in Abhängigkeit von der zu bestimmenden Eigenschaft der Behandlungsflüssigkeit 2 eine vorgegebene Frequenz für das Hochfrequenz-Wechselfeld ausgewählt, da unterschiedliche
10 Komponenten der Flüssigkeit bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedliche Wechselwirkungen erzeugen. Statt einer festgelegten Frequenz können jedoch auch zwei oder Mehr unterschiedliche Frequenzen bzw. eine sich kontinuierlich verändernde Frequenz verwendet werden, um die Wechselwirkungen
15 zwischen der Flüssigkeit 2 und dem Feld bei unterschiedlichen Frequenzen zu ermitteln. Dies ermöglicht eine umfassende Bestimmung der Eigenschaften der Flüssigkeit.

Eine in der Sekundärspule 19 induzierte Spannung wird durch die Auswerteschaltung 23 gemessen. Dabei hängt die induzierte Spannung von den Eigenschaften der Flüssigkeit 2 ab. Wenn die Flüssigkeit 2 eine gute magnetische Kopplung besitzt, ist die induzierte Spannung höher als wenn sie eine schlechte magnetische Kopplung besitzt. Insbesondere in Kombination mit der Wahl der Frequenz lassen sich gute Aussagen über die Eigenschaften der
25 Flüssigkeit treffen, da bestimmte Komponenten in der Flüssigkeit die magnetische Kopplung bei bestimmten Frequenzen stärker beeinflussen als andere Komponenten. Die gemessene Spannung an der Sekundärspule läßt daher einen Rückschluß auf die Eigenschaften der Flüssigkeit zu. Die Eigenschaften werden über die Anzeigevorrichtung 27 angezeigt und zur Regelung der Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10 oder der Heizvorrichtung 34 verwendet.
30

Für die Eigenschaftsbestimmung vergleicht die Auswerteschaltung 23 die gemessenen Größen mit zuvor zu ermittelnden Referenzgrößen, die z. B. ge-

gemessene Spannungen bei vorgegebenen Frequenzen mit Eigenschaften des Mediums in Verbindung setzen.

Figur 2 zeigt eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die
5 alle Elemente des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 aufweist. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird insofern auf die Beschreibung der Figur 1 verwiesen. Zusätzlich weist die Vorrichtung gemäß Figur 2 jedoch ein Referenz-Probenrohr 40 auf, das mit einer Referenz-Flüssigkeit 41 gefüllt ist. Das Referenz-Probenrohr 40 ist von einer Referenz-Primärspule 42 umgeben, die den-
10 selben Aufbau wie die Primärspule 18 besitzt. Das Referenz-Probenrohr 40 ist ebenfalls von einer Referenz-Sekundärspule 43 umgeben, die denselben Aufbau wie die Sekundärspule 19 besitzt. Die Spulen 42 und 43 sind mit demselben Abstand wie die Spulen 18 und 19 angeordnet. Das Referenz-Probenrohr 40 besitzt denselben Querschnitt wie das Probenrohr 15.

15

Die Referenz-Primärspule 42 steht mit dem Oszillator 21 in Verbindung, und die Referenz-Sekundärspule 43 steht mit der Auswerteschaltung 23 in Verbindung.

20 Während des Betriebs der Vorrichtung gemäß Figur 2 wird über den Oszillator 21 eine Hochfrequenz-Wechselspannung an die Referenz-Primärspule 42 sowie die Primärspule 18 angelegt. Die Referenz-Primärspule 42 erzeugt ein magnetisches Hochfrequenz-Wechselfeld in der Referenz-Flüssigkeit 41, und die Primärspule 18 erzeugt ebenfalls ein magnetisches Hochfrequenz-
25 Wechselfeld in der Behandlungsflüssigkeit 2. In der Referenz-Sekundärspule 43 sowie der Sekundärspule 19 werden Spannungen induziert, die von den Eigenschaften der Referenz-Flüssigkeit 41 bzw. der Behandlungsflüssigkeit 2 abhängen. Die induzierten Spannungen werden durch die Auswerteschaltung 23 gemessen und miteinander verglichen, um eine Aussage über die Eigen-
30 schaften der Behandlungsflüssigkeit 2 treffen zu können. Ein Rückgriff auf eine Nachschautabelle ist in diesem Fall nicht notwendig, da der Auswerteschaltung 23 Referenz-Meßergebnisse zur Verfügung stehen. Wenn die Messungen zu stark voneinander Abweichen kann ein Warnsignal ausgegeben

werden, oder die Flüssigkeits-Zuführeinrichtung in der zuvor beschriebenen Art und Weise angesteuert werden.

Figur 3 zeigt ebenfalls eine Vorrichtung 1 zum Bestimmen von Eigenschaften einer in einem Behandlungsbecken 3 befindlichen Flüssigkeit 2. Der Aufbau des Beckens 3, der Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10, des Probenrohrs 15 und des Überlaufs 30 entspricht im wesentlichen dem Aufbau gemäß Figur 1. Innerhalb des Probenrohrs 15 ist jedoch zusätzlich ein Ventil 50 vorgesehen, um wahlweise eine Strömung innerhalb des Probenrohrs 15 zu unterbrechen.

10

Im Bereich des Probenrohrs 15 sind drei unterschiedliche Anordnungen zum Messen von Wechselwirkungen der Behandlungsflüssigkeit 2 mit einem Hochfrequenz-Wechselfeld vorgesehen.

15 Eine erste dieser Vorrichtungen 51, die mit durchgezogenen Linien dargestellt ist, weist eine Spule 53 auf, die mit einem Oszillator 54 verbunden ist. Der Oszillator ist Teil einer Steuereinheit 55, die in geeigneter Weise mit der Flüssigkeits-Zuführeinrichtung 10, der Heizeinheit 34 oder einer nicht dargestellten Anzeigeeinheit in Verbindung steht. Über den Oszillator 54 wird eine
20 Hochfrequenz-Wechselspannung an die Spule 53 angelegt, so daß die Spule 53 ein magnetisches Hochfrequenz-Wechselfeld im Bereich der Spule erzeugt. Ein geeigneter Sensor mißt den Energieverbrauch der Spule 53, der von den Wechselwirkungen des Mediums mit dem Feld abhängt. Der gemessene Energieverbrauch wird einer Auswerteschaltung zugeführt, die anhand
25 des Energieverbrauchs Eigenschaften der Flüssigkeit 2 bestimmt.

Eine zweite Vorrichtung 61 zum Messen der Eigenschaften der Flüssigkeit 2, die mit einer punktierten Linie dargestellt ist, weist einen Kondensator 63 auf, der durch zwei auf gegenüberliegenden Seiten des Probenrohrs 15 angeordnete Kondensatorplatten gebildet wird. Der Kondensator wird über einen
30 Oszillator 64 angesteuert, um in dem zwischen den Kondensatorplatten befindlichen Medium ein elektrisches Hochfrequenz-Wechselfeld zu erzeugen. Ein nicht dargestellter Sensor mißt den Energieverbrauch des Kondensators,

der einen Rückschluß auf die Wechselwirkungen der Flüssigkeit 2 mit dem Feld und somit auf die Eigenschaften der Flüssigkeit zuläßt. Eine geeignete Auswerteschaltung der Vorrichtung 61 bestimmt anhand des Energieverbrauchs und die zu bestimmende Eigenschaft des Mediums. Dabei hängen
5 die Wechselwirkungen zwischen der Flüssigkeit und dem Feld wiederum von der verwendeten Frequenz ab, die speziell für die zu bestimmende Eigenschaft ausgewählt werden kann.

Eine dritte Vorrichtung 71 zum Bestimmen der Eigenschaften des BehandlungsMediums 2 weist ein Primärspule 73 auf, die über einen Oszillator 74 ansteuerbar ist. Die Primärspule 73 ist auf einer Seite des Probenrohrs 15
10 derart angeordnet, daß sich die Spule im wesentlichen senkrecht zum Probenrohr 15 erstreckt. Auf der gegenüberliegenden Seite des Probenrohrs 15 ist eine Sekundärspule 75 vorgesehen, die sich ebenfalls im wesentlichen
15 senkrecht zum Probenrohr 15 erstreckt. Die Sekundärspule 75 ist mit einer geeigneten Auswerteschaltung verbunden, die eine in der Sekundärspule 75 induzierte Spannung abfühlt. Diese Vorrichtung gleicht im wesentlichen dem Aufbau der Vorrichtung gemäß Figur 1, wobei jedoch die Spulen 73 und 75 nicht das Probenrohr 15 umgeben, sondern auf gegenüberliegenden Seiten
20 des Probenrohrs 15 angeordnet sind.

Die zuvor beschriebenen Meßverfahren sind zumindest teilweise temperaturabhängig. Um eine Temperaturkompensation vorzusehen, wird die Temperatur der Behandlungsflüssigkeit 2 über einen geeigneten Temperatursensor
25 gemessen und in die Bestimmung der Eigenschaften einbezogen. Natürlich kann das Meßverfahren auch für eine schnelle Temperaturbestimmung verwendet werden.

Eine alternative Ausführung der Erfindung sieht vor, daß die Behandlungsflüssigkeit 2 in dem Probenrohr 15 nicht ständig zirkuliert, sondern während
30 eines Meßvorgangs in dem Probenrohr 15 stationär gehalten wird. Zu diesem Zweck wird das Ventil 50 vor einem Meßvorgang geschlossen und die Pumpe 16 abgeschaltet. Die Temperatur der Flüssigkeit in dem Probenrohr 15 wird

über einen geeigneten Temperatursensor gemessen, und beim Erreichen einer vorgegebenen Temperatur wird das oben beschriebene Meßverfahren durchgeführt. Somit es möglich, daß die Flüssigkeit immer bei gleichen Temperaturen gemessen wird. Um die vorgegebene Temperatur zu erreichen,
5 können Kühl- und/oder Heizelemente in dem Probenrohr 15 bzw. um das Rohr herum vorgesehen sein.

Nach der Messung wird das Ventil 50 geöffnet, die Flüssigkeit über die Pumpe 16 in dem Probenrohr 15 zirkuliert und der obige Vorgang wiederholt.

10

Die Erfindung wurde zuvor anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben, ohne jedoch auf die speziell dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt zu sein.

15 Beispielsweise ist die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf Behandlungsflüssigkeiten für die Behandlung von Halbleiterwafern beschränkt. Vielmehr können alle Arten von Medien, wie beispielsweise Hydraulikflüssigkeiten in Bremssystemen, untersucht werden. Die Geometrie der jeweiligen Messeinheiten, die zum Beispiel die Spulendurch-
20 messer, die Anzahl der Wicklungen pro Spule, den Abstand zwischen den Spulen oder den Abstand zwischen den Kondensatorplatten umfaßt, kann auf das zu untersuchende Medium abgestimmt werden. Ferner kann auch die angelegte Spannung und die Frequenz auf das Medium bzw. die zu untersuchende Eigenschaft abgestimmt werden. Die Spule oder der Kondensator
25 kann in das zu untersuchende Medium eingetaucht sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen von Eigenschaften eines Mediums, z. B. eines Mediums zur Behandlung von Halbleitersubstraten, gekennzeichnet durch
5 folgende Verfahrensschritte:
 - Erzeugen eines Hochfrequenz-Wechselfeldes in dem Medium;
 - Messen eines durch das Medium bewirkten Energieverlustes im Wechselfeld; und
 - Bestimmen der Eigenschaften des Mediums in Abhängigkeit vom Energieverlust.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hochfrequenz-Wechselfeld mit einer Spule erzeugt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Energieverbrauch der Spule gemessen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die in einer weiteren Spule induzierte Spannung gemessen wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Spule das Medium umgibt.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium
25 zwischen den Spulen oder um die Spulen angeordnet ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hochfrequenz-Wechselfeld in einem Kondensator erzeugt wird, wobei sich das zu untersuchende Medium zwischen diesen Leiterplatten befindet.
- 30 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Energieverbrauch des Kondensators gemessen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messeinrichtung anhand einer Referenzprobe kalibriert wird.
- 5 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieverluste mit Messergebnissen eines parallel durchgeführten Verfahrens an einer Referenzprobe verglichen werden.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die angelegte Frequenz auf einem bestimmten konstanten Wert gehalten wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz zwischen wenigstens zwei bestimmten Frequenzen geschaltet wird.
- 15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz im wesentlichen kontinuierlich zwischen zwei Frequenzen verändert wird.
- 20 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz(en) in einem Bereich von 1 bis 100 MHz, insbesondere von 1 bis 20 MHz liegt(en).
- 25 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz, eine angelegte Spannung und/oder die Geometrie der Messeinrichtung in Abhängigkeit von den zu bestimmenden Eigenschaften des Mediums gewählt wird.
- 30 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Mediums bestimmt wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Mediums auf eine vorgegebene Temperatur gebracht wird.
- 5 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Mediums gemessen wird.

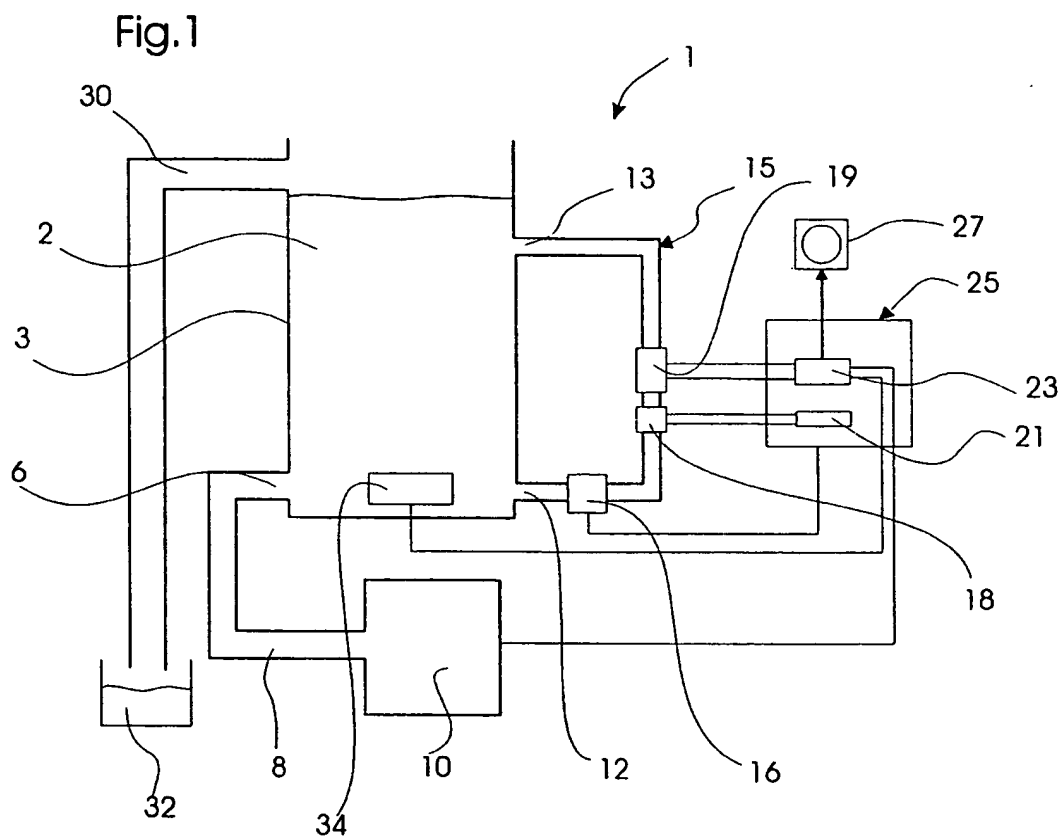


Fig.2

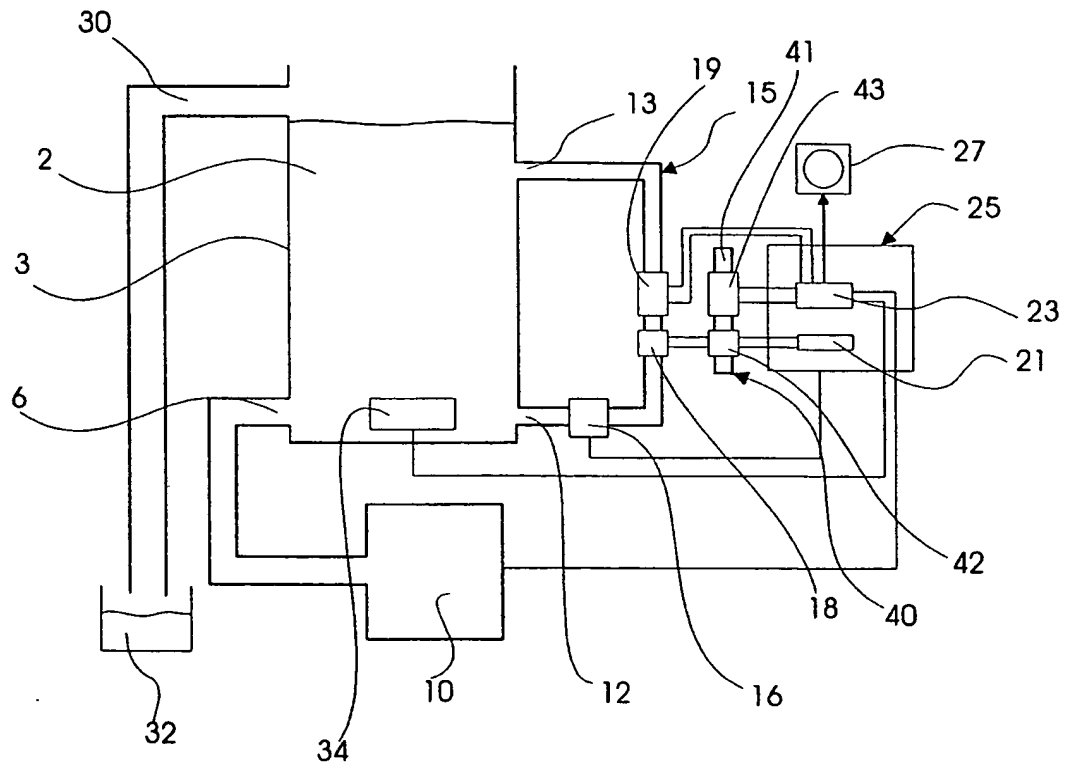


Fig. 3

